

необходимо выполнение следующих технологических условий:

- полы вскрываются вплоть до дефектного слоя, причём каждый вышележащий слой вскрывается на длину и ширину на 5-10 см больше размера дефектного участка;
- все разрушенные участки удаляются с образованием кромки с поверхностью, направленной внутрь выемки, в объеме 50% и вертикальных кромок в объеме 50% в каждом слое, при этом границы разрушения в результате потери сцепления слоёв устанавливаются простукиванием;
- после восстановления подсыпки и уплотнения грунта основания, заделки дефектов в гидроизоляционном слое и т.д. ремонт пола осуществляется слоями той же толщины и материалом того же состава, что и ранее использованные [5].

Таким образом, в проектировании производства ремонтных работ высокопрочных полов гражданских и промышленных зданий необходимо максимально учитывать данные обследования технического состояния существующих конструкций, соблюдать технологические требования процессов удаления дефектных участков, подготовки к ремонту и применять материалы с аналогичными показателями. Только таким образом обеспечивается организационно-технологическая надежность параметров технологического процесса и оптимальность его технико-экономических показателей.

1.М28.02/7. Полы с полимерным покрытием марки «ПРАСПАН». Материалы для проектирования. – М.: ОАО «ЦНИИпромзданий», 2007. – 128 с.

2.Савиловский В.В., Болотских О.Н. Ремонт и реконструкция гражданских зданий. – Харьков: Изд. дом «Ватерпас», 1999. – 356 с.

3.Савиловский В.В., Ракивненко Д.В., Секретная В.Н. Техническое состояние полов существующих зданий // Науковий вісник будівництва. – Харьков: ХДТУБА, 2009. – №54. – С.14-17.

4.Савиловский В.В., Ракивненко Д.В., Секретная В.Н. Особенности ремонта бетонного пола существующего здания путем устройства наливного покрытия // Науковий вісник будівництва. – Харьков: ХДТУБА, 2009. – №55. – С.98-102.

5.СНиП 2.03.13-88. Полы. – М., 1989. – 33 с.

Получено 17.03.2011

УДК 65.012 : 517.8 : 693.54 : 022.5

А.А.КАЧУРА, канд. техн. наук, Е.В.КОНДРАЩЕНКО, д-р техн. наук
Харьковская национальная академия городского хозяйства

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И ЭНЕРГОЗАТРАТЫ РОТОРНОГО МЕТАТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ПРИ БЕТОНИРОВАНИИ

Рассмотрены вопросы производительности и энергозатрат роторного метательного устройства при бетонировании.

Розглянуто питання продуктивності й енерговитрат роторного метального пристрою при бетонуванні.

The issues of performance and power consumption of rotary pusher for concreting.

Ключевые слова: роторное метальное устройство, производительность, энергозатраты, бетонирование.

В последние десятилетия практически во всех странах мира монолитное строительство заняло лидирующие позиции как наиболее эффективный способ возведения высотных зданий и сооружений разнообразных архитектурных форм и планировочных решений [1-3]. Украинские строители за последнее десятилетие тоже успешно перешли к монолитному и монолитно-каркасному способу возведения жилых и гражданских зданий, уже приобретен определенный опыт в организационно-технологических решениях проведения бетонных работ [1, 4].

Как показывает практика, в современной технологии монолитного строительства бетонные работы являются одним из ответственных этапов возведения монолитных железобетонных конструкций. При монолитном строительстве наблюдается существенное увеличение потребности в бетонных смесях и в современных высокопроизводительных средствах механизации бетонных работ [4, 5]. Очевидно, что разработка и внедрение высокопроизводительных энергосберегающих технологий проведения бетонных работ остается актуальной проблемой современного монолитного строительства.

В этом направлении в ХНАГХ на протяжении ряда лет группой ученых под руководством д-ра техн. наук, профессора М.Г.Дюженко проводились исследования по производству и механизации бетонных работ. Проведенные исследования показали, что для монолитного строительства весьма эффективной является разработанная ими ротационная технология ударно-импульсной укладки и уплотнения бетонных смесей [5-7]. К настоящему времени разработан параметрический ряд высокопроизводительных роторных метальных устройств, которые защищены авторскими свидетельствами и патентами [7-9].

В данной работе изложены особенности рабочего процесса ударно-импульсной технологии бетонирования, приведены формулы расчета производительности и энергозатрат роторного метального устройства при подаче, укладке и уплотнении бетонной смеси.

Роторное метальное устройство является отдельным узлом, который агрегируется в общую технологическую систему бетоноформовочного комплекса. Опыт показал, что при стационарном использовании технологического оборудования метального устройства при

бетонировании оно может быть смонтировано в комплекте с питателем на неподвижной раме над главным конвейером, на котором перемещаются формы или на самоходной тележке, перемещающейся над неподвижными формами [5, 7, 8]. Установлено, что производительность метательного устройства ударно-импульсной укладки и уплотнения бетонных смесей существенно зависит от количества элементарных порций сырьевой смеси, метаемых в единицу времени и их средней величины, выраженной в единицах объема или массы.

Необходимо отметить, что выражение производительности в объемных единицах рационально для получения структурных характеристик отформованного бетона. Для энергетических расчетов количество элементарных порций должно быть выражено в единицах массы. При оценке производительности необходимо учитывать, что ударно-импульсное устройство совмещает операции укладки и уплотнения бетонных смесей и работает в циклическом режиме.

Установлено, что рабочий цикл метательного устройства состоит из захвата элементарной порции исходной смеси, сообщения этой порции некоторой скорости движения и метания порции смеси из рабочего пространства роторов на бетонируемую поверхность (при изучении рабочего цикла использовалась скоростная съемка). Началом рабочего цикла следует считать соприкосновение между собой трех трубчатых элементов роторов, взаимодействующих между собой [10], так как в этот момент от потока частиц формовочной смеси, выдаваемой из расходного бункера питателя в виде непрерывной ленты, отсекается элементарная порция, объем которой определяется равенством

$$V = 0,161 L \cdot r^2 \cdot K_1, \quad (1)$$

где V – объем порций, м^3 ; L – длина ротора, м ; r – радиус трубчатого элемента, м ; K_1 – коэффициент заполнения объема.

С момента соприкосновения и до конца рабочего цикла роторы продолжают движение, перекатываясь по поверхности друг друга. Конец цикла наступает в момент соприкосновения между собой трех трубчатых элементов, но уже со стороны второго ротора.

За один полный оборот пары роторов совершается число циклов, равное удвоенному числу лопастей (или трубчатых элементов), смонтированных на каждом роторе, т.е. $2N$. При этом длительность элементарного цикла будет равна

$$t_u = \frac{30}{n \cdot N}, \quad (2)$$

где n – частота вращения роторов (число об./мин.).

Техническую производительность $\text{м}^3/\text{ч}$ получим как произведение объема элементарной порции смеси на число порций в единицу времени, выполнив соответствующую подстановку и преобразования выражений (1) и (2), получим

$$P_T = 19,32n \cdot N \cdot r^2 \cdot K_1, \quad (3)$$

где P_T – производительность техническая, характеризующая производительность метательного устройства при наилучшем использовании его основных параметров.

Расчет эксплуатационной производительности ($\text{м}^3/\text{ч}$), которая обеспечивается при использовании метательного устройства в данных конкретных условиях, производится так:

$$P_{\text{э}} = P_T \cdot K_2, \quad (4)$$

где $P_{\text{э}}$ – эксплуатационная производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$; K_2 – коэффициент, учитывающий технологические возможности роторной метательной головки.

Установлено, что для получения максимальной производительности (до $100 \text{ м}^3/\text{ч}$) скорость движения частиц дискретного потока следует принимать на более высоком уровне, приближаясь к ее верхнему пределу 45-50 м/с, обусловленному в данном случае результатом расчета технико-экономической эффективности способа.

Виявлено, что с изменением частоты вращения и массы отдельных частиц, из которых формируется наносимый слой нового материала, изменяется кинетическая энергия, сообщаемая частицам при их взаимодействии с метательным устройством, что влияет на производительность, качество и прочностные характеристики бетона, формуемого по способу ударно-импульсного уплотнения [9].

Анализ дополнительных энергозатрат при бетонировании показал, что в процессе работы роторного метательного устройства энергозатраты определяются работой, затрачиваемой на переработку компонентов бетонной смеси в поток дискретных частиц, выбрасываемых из рабочего пространства роторов с заданной скоростью.

Для образования потока дискретных частиц, каждая захватываемая роторными метателями элементарная порция разгоняется ими до некоторой скорости движения от 15 до 50 м/с.

Установлено и теоретически обосновано, что для того, чтобы обеспечивать выполнение операций захвата элементарных порций, отделяемых от сплошного потока сырьевой смеси, выдаваемой из бункера питателя-дозатора, смесь должна сбрасываться с некоторой высоты H , разгоняется до начальной скорости V_1 м/с равной

$$V_1 = \sqrt{2q \cdot H}, \quad (5)$$

где q – ускорение силы тяжести; H – высота сбрасывания смеси, м.

Перемещаясь со скоростью V_1 м/с поток компонентов бетонной смеси, может проникнуть и переместиться в зоне действия роторов на некоторое минимальное расстояние S_{\min} м равное

$$S_{\min} = V_1 \cdot t_u. \quad (6)$$

Подставив выражение (5) и (1) в равенство (6) и решив полученное уравнение относительно H , получим формулу для расчета значения высоты установки питателя относительно метательного устройства

$$H = \frac{S_{\min}^2 \cdot n^2 \cdot N^2}{1800q}. \quad (7)$$

Рассмотрим пример, в котором форма для бетонирования изделия в виде плоской плиты перемещается со скоростью V_1 . При выражении скорости конвейера в м/с, толщины h и ширины b плиты в метрах расход бетона в единицах массы кг составит

$$m = b \cdot h \cdot V_1 \cdot \rho_1, \quad (8)$$

где ρ_1 – плотность свежееуложенного бетона, кг/м³.

Для расчета массы единичной порции следует секундный расход бетонной смеси разделить на количество единичных порций в секунду

$$m = \frac{30b \cdot h \cdot V_1 \cdot \rho}{n \cdot N}. \quad (9)$$

Эксперименты показали, что при взаимодействии метательного устройства с исходной сырьевой смесью роторы, производя захват смеси отдельными порциями, разгоняют их до некоторой скорости движения, работа по разгону порций затрачивается в виде кинетической энергии на разгон частиц при их выбросе из рабочего пространства роторов.

Работа, затрачиваемая на ускорение частиц, может быть определена как:

$$W = \frac{1}{2} m \cdot V_2, \quad (10)$$

где V_2 – скорость движения частиц, равная окружной скорости роторов, значение которой находим из выражения:

$$V_{окр} = \frac{\pi \cdot R \cdot n}{30}, \quad (11)$$

где R – внешний радиус роторного метателя.

В конце пути движения частицы при соударении их с бетонированной поверхностью эта энергия затрачивается на уплотнение формируемого слоя бетона.

Исследования показали, что при укладке и уплотнении бетонных смесей ударно-импульсным способом в режиме работы роторов от 2000 до 6000 об/мин и при производительности от 30 до 100 м³/ч, энергозатраты снижаются в 2-2,5 раза по сравнению с традиционной вибрационной технологией.

Управляя технологическим процессом укладки и уплотнения бетонных смесей, можно обеспечить высокую производительность метательных устройств с минимальными энергозатратами на процесс бетонирования.

1. Ушеров-Маршак А.В. Современный товарный бетон / А.В. Ушеров-Маршак // Материалы I междунар. науч.-практ. конф. «Товарный бетон. Новые возможности в строительных технологиях». – Харьков, 2008. – С.8-15.

2. Баженов Ю.М. Новому веку – новые эффективные бетоны и технологии / Ю. М. Баженов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2001. – №1 (24). – С.12-13.

3. Баженов Ю.М. Модифицированные высокопрочные бетоны / Ю. М. Баженов. – М.: АВС, 2006. – 368 с.

4. Португальский Л.М. Новинки бетоносмесительного оборудования ЗАО «Бетонмаш» / Л. М. Португальский // Материалы I междунар. науч.-практ. конф. «Товарный бетон. Новые возможности в строительных технологиях». – Харьков, 2008. – С.132-143.

5. Кондращенко В.И. Новая технология механического торкретирования, элементы теории, перспективы практического применения / В. И. Кондращенко, М. Г. Дюженко, А. А. Качура // Труды междунар. науч.-практ. конф. «Наука и технология силикатных материалов – настоящее будущее». – М., 2003. – Т.V. – С.129-134.

6. Анализ энергозатрат при бетонировании посредством устройств ударно-импульсного уплотнения / А. А. Качура, В. Я. Бабиченко, В. И. Данемак, М. Г. Дюженко и др. // Материалы к 46-му междунар. семинару по моделированию оптимизации композитов – МОК 46. – Одесса: Астропринт, 2007. – С.217-218.

7. Качура А.А. Ударно-импульсный способ формирования армоцементных изделий / А. А. Качура, Е. В. Кондращенко, Н. Г. Костюк // Комунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.86. – К.: Техніка, 2009. – С.108-111.

8. Струйное бетонирование и безвихревое устройство для его реализации / М. Г. Дюженко, А. А. Качура, Н. Г. Костюк и др. // Промышленная гидравлика и пневматика. – 2006. – № 4. – С.28-29.

9. Патент №84295 Российская Федерация, МПК B28B 1/32 (2006.01) Устройство для ротационной укладки растворных и бетонных смесей / Кондращенко В.И., Кондращенко Е.В., Гузенко С.В. и др.; заявитель и патентообладатель Кондращенко В.И. №2009107584/22; заявл. 04.03.2009; опубл. 10.07.2009, Бюл. №19.

10. Войтюк Ю.В. Расчет конструктивных параметров безвихревого роторного метателя для механического торкретирования / Ю. В. Войтюк, В. Г. Гончар, М. Г. Дюженко, А. А. Качура // Материалы к 43-му междунар. семинару по моделированию и оптимизации композитов – МОК 43. – Одесса: Астропринт, 2004. – С.196-197.

Получено 24.02.2011